

**Bożena Guzik**

Centrum Dializ Fresenius, Ośrodek Dializ nr 60 w Zabrze

Ocena przewodnienia u pacjentów leczonych dializą otrzewnową

Rating of fluid in the peritoneal dialysis patients

ABSTRACT

Rating overhydration in patients treated with renal replacement therapy is quite a serious clinical problem. It is associated with difficulties in the removal of excess water from the patient at the same time the use of water as part of the therapy. For many years in the medical we sought increasingly sophisticated methods of assessment of fluid, until the invention of the electrical bioimpedance. Bioelectrical impedance

analysis is a method of non-invasive diagnostic test that allows for accurate body composition analysis using the electrical resistance of tissues. It uses the ability of muscle tissue to electrical conductivity. This article describes the use of this method in clinical practice concerning the treatment of peritoneal dialysis patients.

Forum Nefrol 2016, vol 9, no 4, 252–256**Key words: peritoneal dialysis, uremic toxin, bioimpedance**

WSTĘP

Woda stanowi ponad połowę masy ciała człowieka. Chociaż u pacjentów z przewlekłą chorobą nerek woda jest uznawana za klasyczną toksynę mocznicową, to jest ona niezbędna do zachodzenia podstawowych procesów życiowych [1]. Przeżycie chorych dializowanych otrzewnowo jest uwarunkowane między innymi stanem nawodnienia. Płyny wykorzystywane w dializie otrzewnowej są elementem terapii, ale w przypadku dysfunkcji otrzewnej mogą stanowić dla pacjenta poważne zagrożenie w postaci przewodnienia. Konieczne jest prowadzenie skrupulatnego bilansu płynów (gospodarki wodnej) z możliwością poszukiwania optymalnej metody oceny przewodnienia. Przez wiele lat do znanych i powszechnie stosowanych sposobów oceny przewodnienia u pacjentów należały między innymi badanie przedmiotowe, ocena radiologiczna (RTG) klatki piersiowej oraz badanie echokardiograficzne. W późniejszym okresie wykorzysta-

wano w tym celu dynamiczną ocenę wielkości żyły próżnej dolnej (ultrasonografia), tomografię komputerową, rezonans magnetyczny, absorpcjometrię (DEXA, *dual energy X-ray absorptiometry*) oraz ocenę zmian całkowitej objętości osocza (u chorych dializowanych). Jednak ze względu na inwazyjność lub wysokie koszty metody te nie zyskały popularności i nie znalazły częstego zastosowania. Całkowicie bezpiecznym, niedrogim i coraz bardziej rozpowszechnionym badaniem pozwalającym na ocenę przewodnienia u pacjenta dializowanego jest bioimpedancja elektryczna. Jest to metoda powszechnie zalecana w ocenie wielkości przestrzeni wodnych u chorych.

ROLA WODY W ORGANIZMIE

Objawy przewodnienia to istotny problem dotyczący chorych poddawanych przewlekłej dializoterapii, zwłaszcza leczonych w programie dializ otrzewnowych. Gospodarka wodna organizmu jest bezpośrednio powiązana z go-

Adres do korespondencji:

lic. piel. Bożena Guzik
Fresenius Nephrocare Polska Sp. z o.o.
Centrum Dializ Fresenius
Ośrodek Dializ nr 60 w Zabrze
ul. Wolności 61, 41–800 Zabrze
tel.: 32 777 44 22, faks: 32 775 65 99
e-mail: bozguz@poczta.fm

spodarką elektrolitową. Woda ustrojowa znajduje się w komórkach, a także w płynach ustrojowych, które występują w dwóch obszarach: przestrzeni śródkomórkowej (40%) i przestrzeni pozakomórkowej (20%). Płyny ustrojowe są roztworami wodnymi elektrolitów i nieelektrolitów. Prawidłowe funkcjonowanie poszczególnych narządów oraz całego organizmu zależy od stałości środowiska wewnętrznego. Każdy proces zachodzący w naszym organizmie odbywa się w środowisku wodnym. Jak wiadomo, woda w organizmie jest bardzo dobrym rozpuszczalnikiem, dzięki czemu stanowi środowisko dla wszystkich procesów życiowych, pełni funkcję transportującą, rozpraszając składniki organiczne i nieorganiczne, jest niezbędna w procesach przemiany materii, usuwa z organizmu produkty toksyczne, reguluje ciepłotę ciała, zwilża błony śluzowe i gałki oczne. Ilość wody w organizmie zależy od: pory roku, strefy klimatycznej, przemiany materii, ilości tkanki tłuszczowej (w ciałach osób otyłych znajduje się mniej wody ustrojowej), rodzaju wykonywanych zajęć, wysiłku fizycznego, występowania chorób współistniejących (np. cukrzycy, niewydolności nerek), chorób przebiegających z wysoką temperaturą, biegunką czy wymiotami, diety pacjenta, ze szczególnym uwzględnieniem produktów z zawartością sodu, a także od wieku.

ŹRÓDŁA POZYSKIWANIA WODY I OBLICZANIE ZAPOTRZEBOWANIA NA WODĘ

Organizm uzyskuje wodę z płynów, tj. herbaty, soków, zup, jogurtów, kawy, mleka,

Tabela 1. Zawartość wody w produktach stałych

Lp.	Produkt (100 g)	Woda (%)
1	Pomidor, ogórek	95–96
2	Marchew, sałata, papryka	90–95
3	Kalafior, brokuły, szpinak	92–95
4	Burak, fasolka szparagowa	88–89
5	Jabłko, pomarańcza	87
6	Sery, np. gouda	38
7	Płatki owsiane suche	10
8	Płatki owsiane gotowane	85
9	Chleb	35–40
10	Jajka gotowane	81
11	Mięso drobiowe	65–70
12	Masło, margaryna	ok. 16

►►Prawidłowe funkcjonowanie poszczególnych narządów oraz całego organizmu zależy od stałości środowiska wewnętrznego◀◀

sosów, oraz z pokarmów stałych, z których organizm może otrzymać od 400 do 1200 ml wody na dobę w zależności od diety. Podczas edukacji pacjenta należy precyzyjnie przekazać mu informację o zawartości wody w każdym z przyjmowanych produktów (tab. 1).

Należy również uwzględnić zawartość wody metabolicznej, powstającej w wyniku procesów przemiany materii, oraz sposób prowadzenia bilansu wodnego (tab. 2, 3). Najwięcej wody powstaje w wyniku spalania tłuszczów (110 ml), następnie węglowodanów (60 ml), białek (44 ml). Płyny, jakie produkuje organizm w czasie spalania (przemiany materii), to woda oksydacyjna. Ilość wypijanych płynów może być zwiększona w przypadku upalnej pogody, gorączki, obfitego pocenia się, wymiotów, biegunek. W przypadku gorączki należy

Tabela 2. Sposób prowadzenia bilansu wodnego

Źródło wody	Ilość [ml]	Drogi wydalania	Ilość [ml]
Pożywienie	1000	Nerki (mocz)	700
Napoje	1500	Płuca	500
Procesy metaboliczne	300	Skóra	400
		Przewód pokarmowy (kał)	150
		UF PD	800
RAZEM	2800	RAZEM	2550

Tabela 3. Sposoby eliminacji wody z organizmu

Utrata wody	Ilość [ml]
Utrata wody przez skórę — parowanie	400–500
Drogi oddechowe — wydychanie pary wodnej	350–400
Przewód pokarmowy — stolec	100–150
Mocz	Reszkowa funkcja nerek
Ultrafiltracja w dializie otrzewnej	W zależności od rodzaju stosowanego płynu dializacyjnego

▶▶Przebyte
epizody powikłań
infekcyjnych
w postaci
dializacyjnych
zapaleń otrzewnej
powodują
nieodwracalne
zmiany wpływające
na ultrafiltrację◀◀

wypijać dodatkowo ok. 500 ml na każdy stopień Celsjusza powyżej 37.

U chorych ze schyłkową niewydolnością nerek leczonych nerkozastępczo ilość przyjmowanych płynów jest bardzo ważnym elementem terapii. Bardzo łatwo dochodzi u nich do zaburzeń gospodarki wodnej — przewodnienia i odwodnienia. Może się to objawiać ostrymi powikłaniami i skutkować późnymi następstwami o charakterze przewlekłym. Przy niedostatecznej podaży płynów obserwuje się objawy spadku ciśnienia tętniczego, suchość skóry i języka, zmniejszoną produkcję śliny, bezsenność, brak apetytu, czasami bóle głowy.

Kolejnym bardzo istotnym problemem jest przewodnienie, które obserwuje się znacznie częściej u chorych dializowanych otrzewnowo. Ten stan odgrywa istotną rolę w zwiększeniu ryzyka sercowo-naczyniowego, towarzyszy mu wzrost ciśnienia tętniczego, pojawiają się obrzęki, trudności w oddychaniu, zwiększenie masy ciała. Retencja płynu może powodować również znaczne obniżenie wartości hematokrytu i związane z tym konsekwencje. W badaniach klinicznych wykazano istotny wpływ stanu nawodnienia na chorobowość i śmiertelność wśród chorych leczonych dializą otrzewnową [2]. Wśród chorych dializowanych otrzewnowo do przewodnienia dochodzi najczęściej na skutek zbyt dużej podaży sodu i płynów przy zbyt małej ich eliminacji z organizmu pacjenta. Niewydolność ultrafiltracyjna otrzewnej, resztkowa czynność nerek, niestosowanie się pacjenta do zaleceń są istotnymi czynnikami prowadzącymi do przewodnienia.

NIEDEKWATNA DIALIZA OTRZEWNOWA — WPŁYW NA PRZEWODNIENIE

Dializa otrzewnowa jest metodą leczenia nerkozastępczego polegającą na wykorzystaniu jamy otrzewnej, gdzie proces dializy zachodzi między płynem dializacyjnym znajdującym się w jamie otrzewnej a krwią przepływającą przez naczynia włosowate w błonie otrzewnowej. Dializa otrzewnowa umożliwia usuwanie z organizmu nadmiaru wody i toksyn mocznicowych, zastępując w ten sposób funkcję nerek. W dializie otrzewnowej zachodzą trzy główne procesy: dyfuzja, osmoza (ultrafiltracja) i absorpcja limfatyczna. Dyfuzja jest to przenikanie cząsteczek przez błonę otrzewnową, zgodnie z gradientem stężeń, z krwi pacjenta do płynu dializacyjnego. Ultrafiltracja otrzewnowa to ultrafiltracja

osmotyczna, podczas której woda przenika wskutek osmozy do hiperosmolarnego płynu dializacyjnego. Absorpcja limfatyczna polega na wchłanianiu wody i substancji w niej rozpuszczonych z jamy otrzewnej do naczyń limfatycznych [3]. Bardzo istotne znaczenie dla przebiegu leczenia ma dobranie właściwej dla danego chorego dawki płynu dializacyjnego, pozwalającej na przeprowadzenie adekwatnej dializy prowadzącej do dobrego odtoksyczenia pacjenta i utrzymania prawidłowego nawodnienia. Wielkość ultrafiltracji i efektywność dializy zależą od powierzchni otrzewnej, łożyska naczyniowego kontaktującego się z płynem dializacyjnym, odległości naczyń włosowatych od powierzchni mezotelium. Niestety, ultrafiltracja i efektywność dializy otrzewnowej zmniejszają się stopniowo z czasem trwania dializoterapii, co wiąże się między innymi ze stosowaniem płynów dializacyjnych. Płyn dializacyjny cechuje się wysoką osmolarnością, która powoduje, że cząsteczki wody przechodzą z osocza do dializatu. Rolę czynnika osmotycznego pełni glukoza. Wskutek stałego wchłaniania glukozy w okresie dializowania dochodzi do powstania otyłości i zmniejszenia apetytu, co w konsekwencji prowadzi do ograniczenia spożycia białka i niedożywienia. Wpływ glukozy i produktów jej degradacji uważa się obecnie za przyczynę utraty diurezy resztkowej u chorych leczonych dializą otrzewnową [4], będącej ważnym elementem ciągłości terapii. Mleczany, będące buforem w płynach dializacyjnych, również wywołują wiele niekorzystnych działań, które mogą prowadzić do nasilenia procesów włóknienia otrzewnej. Przebyte epizody powikłań infekcyjnych w postaci dializacyjnych zapaleń otrzewnej powodują nieodwracalne zmiany wpływające na ultrafiltrację.

Aby modyfikować schemat dializy, konieczna jest stała ocena transportu przezotrzewnowego cząsteczek i wody. Narzędziem, które wykorzystuje się w tym celu, jest test równoważenia otrzewnowego (PET, *peritoneal equilibration test*).

METODY OCENY STANU PRZEWODNIENIA

Podstawą oceny stanu przewodnienia jest ocena kliniczna pacjenta, na podstawie której można stwierdzić objawy mogące sugerować przewodnienie lub odwodnienie. U niektórych chorych jednak ocena jest bardzo trudna, ponieważ nie wykazują typowych objawów.

Tabela 4. Sposób prowadzenia bilansu płynów u chorego dializowanego otrzewnowo

Źródło wody	Ilość [ml]	Drogi wydalania	Ilość [ml]
Pożywienie	1000	Nerki (mocz)	700
Napoje	1500	Płuca	550
Procesy metaboliczne	300	Skóra	600
		Przewód pokarmowy (kał)	150
		UF PD	800
RAZEM	2800	RAZEM	2800

Obiektywną i w miarę dokładną ocenę bilansu płynowego można również uzyskać poprzez codzienną kontrolę masy ciała (zazwyczaj rano, na czczo) oraz pomiar ciśnienia tętniczego. Wzrost masy ciała u chorych leczonych nerkowo zastępczo świadczy o gromadzeniu się płynów w organizmie (pod uwagę bierze się tzw. suchą masę).

Istnieje wiele definicji na określenie suchej masy. Zgodnie z najbardziej aktualną (z 2009 roku), która opiera się na sumie subiektywnych i obiektywnych pomiarów, sucha masa jest to najniższa tolerowana masa ciała po dializie, przy której obserwuje się jak najmniejsze objawy odwodnienia (hipowolemii) lub przewodnienia (hiperwolemii) [5].

Do oceny gospodarki wodnej służy bilans wodny. Prawidłowy bilans powinien wynosić 0. Obejmuje najczęściej 24 godziny i polega na zapisywaniu ilości płynów dostarczonych do organizmu (bez wliczania preparatów krwi i krwio pochodnych) i ilości płynów wydalonych.

W utrzymaniu prawidłowego bilansu płynowego bardzo duże znaczenie ma dieta chorego, ze szczególnym uwzględnieniem produktów z zawartością sodu. Należy również zwrócić uwagę, czy nie występują nadmierne pocenie, biegunka, wymioty, gorączka — wszystkie te objawy muszą zostać udokumentowane.

Aby obliczyć bilans płynów, trzeba znać drogi utraty wody z organizmu — przez skórę, płuca, przewód pokarmowy, z moczem, a u pacjentów dializowanych otrzewnowo — ultrafiltrację dobową (tab. 4). Ilość przyjmowanych płynów powinna być ustalana indywidualnie dla każdego pacjenta, w zależności od zachowania resztkowej funkcji nerek. W przypadku chorych dializowanych otrzewnowo to właśnie diureza resztkowa odgrywa decydującą rolę w regulacji stanu nawodnienia organizmu.

W utrzymaniu prawidłowego nawodnienia chorego duże znaczenie ma odpowiedni dobór dawki dializy, oparty między innymi na ocenie transportu pozaotrzewnowego przy wykorzystaniu standardowego testu PET, pozwalającego

uzyskać lepszą efektywność dializy otrzewnowej. W badaniu PET wyróżniono cztery kategorie transportu otrzewnowego: wysoki, średnio wysoki, średnio niski, niski. Przy wysokim transporcie ultrafiltracja jest negatywna, ale uzyskuje się adekwatną dializę. Transport średnio wysoki wykazuje adekwatną dializę i średnią ultrafiltrację, natomiast średnio niski wykazuje różną adekwatność dializy podczas uzyskiwania dobrej ultrafiltracji. Transport niski określa nieadekwatną dializę przy bardzo dobrej ultrafiltracji [6]. Mając wyniki funkcji otrzewnej, można modyfikować dawkę dializy oraz zapobiegać zwiększeniu przepuszczalności otrzewnej poprzez zmianę płynu dializacyjnego, profilaktykę powikłań, edukację chorego w zakresie żywienia czy też stymulować resztkową funkcję nerek.

Metodą, która zyskuje coraz większe znaczenie ze względu na nieinwazyjność, powtarzalność oraz łatwość wykonania i obiecujące wyniki, stała się bioimpedancja elektryczna. Pozwala ona na obliczenie bezwzględnego przewodnienia, czyli ilości wody niezwiązanej z tkankami. Metoda ta jest oparta na pomiarze oporu elektrycznego (wektora impedancji) oraz estymacji matematycznych opartych na modelach matematycznych (model Cole'a, wzór Hanai). Przy jej użyciu można oszacować wielkości podstawowych stanów nawodnienia, takich jak: ilość całkowitej wody w organizmie (TBW, *total body water*), pojemność przestrzeni zewnątrzkomórkowej (ECW, *extra-cellular water*) oraz pojemność przestrzeni wewnątrzkomórkowej (ICW, *intra-cellular water*). Metoda BCM — bioimpedancji elektrycznej (BCM, *body composition monitoring*) została poddana precyzyjnej walidacji w stosunku do „złotych standardów” oznaczania przestrzeni wodnych, takich jak: tlenek deuterium, jodek bromu, DEXA, ilość potasu całkowitego (TBP, *total body potassium*), pletyzmografia [7].

U pacjentów dializowanych otrzewnowo zaleca się wykonywać badanie bez obecności dializatu w jamie otrzewnej, istnieją jednak doniesienia, że obecność płynu dializacyjnego

►►Metodą, która zyskuje coraz większe znaczenie ze względu na nieinwazyjność, powtarzalność oraz łatwość wykonania i obiecujące wyniki, stała się bioimpedancja elektryczna◀◀

w jamie brzusznej nie ma większego wpływu na stan nawodnienia w ocenie BCM [8].

PODSUMOWANIE

Odpowiednia kontrola stanu nawodnienia organizmu u chorych dializowanych otrzewnowo jest istotna w rokowaniu co do przeżycia chorych, a także odgrywa znaczącą

rolę w realizacji tej metody leczenia. Wyjaśnienie choremu przyczyn i mechanizmu występowania powikłań w postaci przewodnienia i odwodnienia oraz uświadomienie mu, jak ważne są stosowanie się do zaleceń lekarskich i pielęgniarskich oraz edukacja, pozwalają uniknąć powikłań. Uczestnictwo i zaangażowanie pacjenta w proces leczenia umożliwiają mu osiągnięcie dobrej jakości życia.

STRESZCZENIE

Ocena przewodnienia u pacjentów leczonych nerkozastępczo stanowi istotny problem kliniczny. Jest to związane z trudnościami w procesie usuwania nadmiaru wody z organizmu chorego, a jednocześnie z wykorzystywaniem wody jako elementu terapii. Przez wiele lat w medycynie poszukiwano coraz doskonalszych metod oceny przewodnienia, aż do momentu wynalezienia bioimpedancji elektrycznej. Analiza impedancji

bioelektrycznej to nieinwazyjna metoda badania diagnostycznego, która pozwala na dokładną analizę składu ciała przy wykorzystaniu oporu elektrycznego tkanek. Wykorzystuje ona zdolność tkanki mięśniowej do przewodnictwa elektrycznego. W niniejszym artykule opisano zastosowanie tej metody w praktyce klinicznej dotyczącej leczenia chorych dializowanych otrzewnowo.

Forum Nefrol 2016, tom 9, nr 4, 252–256

Słowa kluczowe: dializa otrzewnowa, toksyna mocznicowa, bioimpedancja

Piśmiennictwo

1. Załuska W. Woda jako toksyna mocznicowa. *Forum Nefrol.* 2010; 3: 12–17.
2. Załuska W. Dry body weight — old problem, new methods. *Forum Nefrol.* 2011; 4: 100–103.
3. Lichodziejewska-Niemierko M. Dializa otrzewnowa. W: Myśliwiec W. (red.). *Wielka Interna — Nefrologia.* Medical Tribune, Warszawa 2009; 422–448.
4. Rutkowski B. Leczenie nerkozastępcze. *Via Medica, Gdańsk* 2009; 247–251.
5. Lichodziejewska-Niemierko M. Ocena właściwości błony otrzewnowej — wskazania grupy *European Renal Best Practice* 2010. Wolny transport otrzewnowy — postępowanie i rokowanie. *Forum Nefrol.* 2010; 3: 154–161.
6. Matuszewska-Rowińska J. Adekwatność dializy otrzewnowej. W: Więcek A., Kokot F. (red.). *Postępy w nefrologii i nadciśnieniu tętniczym*, t. 10. Medycyna Praktyczna, Kraków 2011; 89–91.
7. Załuska W. Dializa otrzewnowa w niewydolności serca. W: Więcek A., Kokot F. (red.). *Postępy w nefrologii i nadciśnieniu tętniczym*, t. 10. Medycyna Praktyczna, Kraków 2011; 93–95.
8. Van Biesen W., Williams J.D., Covic A.C. i wsp. Fluid Status in Peritoneal Dialysis Patients: The European Body Composition Monitoring (EuroBCM) Study Cohort *PloS one.* 2011; 6: e17148. Pub Med PMID: 21390320. Pub med Central PMCID: 3044747.